

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2000-215732  
(P2000-215732A)

(43)公開日 平成12年8月4日(2000.8.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 B 3/00		H 0 1 B 3/00	A 4 J 0 0 2
C 0 8 L 21/00		C 0 8 L 21/00	5 G 3 0 3
25/06		25/06	5 G 3 0 5
67/03		67/03	5 J 0 4 5
H 0 1 B 3/42		H 0 1 B 3/42	E
審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願平11-15265

(22)出願日 平成11年1月25日(1999.1.25)

(71)出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(72)発明者 櫻田 清恭

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(72)発明者 原田 淳

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式  
会社村田製作所内

(74)代理人 100091432

弁理士 森下 武一

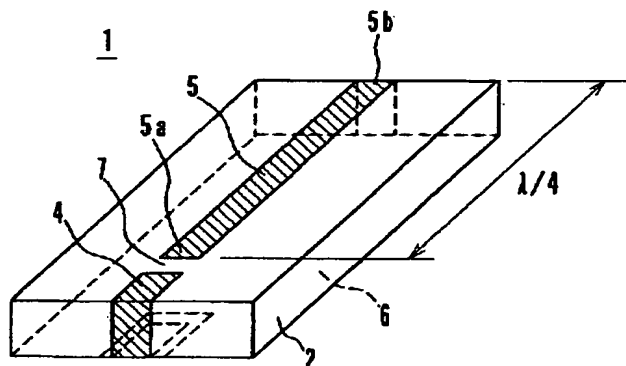
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナ

(57)【要約】

【課題】 高耐熱性で電気特性が良く、加工性および成形性に優れ、かつ、比重が小さい複合誘電体材料及び誘電体アンテナを得る。

【解決手段】 誘電体アンテナ1は、直方体形状のアンテナ基体2、入力電極4、放射電極5およびグランド電極6にて構成されている。アンテナ基体2の材料としては、例えば、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合してなる複合誘電体材料が用いられる。複合誘電体材料は、母体樹脂が35～99体積%、無機充填剤が1～45体積%、母体樹脂のスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂との体積比が0.25～4.0のものが適している。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合したことを特徴とする複合誘電体材料。

【請求項2】 シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とゴム状弾性体とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合したことを特徴とする複合誘電体材料。

【請求項3】 シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤と、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶なセラミックスとを混合したことを特徴とする複合誘電体材料。

【請求項4】 シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とゴム状弾性体とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤と、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶なセラミックスとを混合したことを特徴とする複合誘電体材料。

【請求項5】 前記母体樹脂が35～99体積%であり、前記無機充填剤が1～45体積%であり、前記セラミックスが0～35体積%であり、前記母体樹脂のスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂との体積比が0.25～4.0であり、前記ゴム状弾性体が前記母体樹脂に対して0～30体積%であることを特徴とする請求項1ないし請求項4に記載の複合誘電体材料。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5に記載の複合誘電体材料の少なくともいずれか一つからなるアンテナ基体を備え、該アンテナ基体の表面に放射電極及びグランド電極を設けたことを特徴とする誘電体アンテナ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナに関する。

**【0002】**

【従来の技術】 従来より、携帯電話等の移動体通信機器や無線LANに用いられる表面実装型誘電体アンテナとして、誘電体セラミックス単体や樹脂単体からなるものが提案されている。例えば、特開平9-98015号公報には、アンテナ基体がセラミックス単体や樹脂単体からなる表面実装型誘電体アンテナが開示されている。また、特開平9-221573号公報には、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体、無機充填剤、ゴム状弾性体、熱可塑性樹脂からなる複合材料からなるめっき性を有する成形体が開示されている。さらに、特開

平9-263663号公報、特開平10-17739号公報には、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体に、相溶剤としてゴム状弾性体であるスチレン系ブロックポリマを配合した成形体が開示されている。さらにまた、特開平10-45936号公報には、めっき性を有するシンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体の発泡体の製造方法が開示されている。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、携帯電話等の移動体通信機器の軽量化および小型化に伴って、誘電体アンテナも軽量化および小型化の要求が高まっている。しかしながら、従来の誘電体セラミックス単体からなるアンテナや樹脂単体からなるアンテナには、それぞれ次のような不具合があった。

【0004】 すなわち、誘電体セラミックス単体からなるアンテナでは、アンテナ基体の成形工程や焼成工程等に時間がかかるばかりでなく、加工性および成形性に劣り、複雑な形状のアンテナを作成するのが困難であった。また、誘電率を大きくすることで、アンテナを小型化することができるが、アンテナにはサイズ効果があり、小さくしすぎるとアンテナ特性を極端に低下させるので、アンテナの小型化には限界がある。従って、アンテナの軽量化にはアンテナの材質の比重が重要となる。しかしながら、誘電体セラミックスは比重が大きく、アンテナの軽量化に対応できないという問題もあった。一方、樹脂単体からなるアンテナでは、樹脂の比重が小さく、成形性および加工性に優れているが、比誘電率が小さいため、アンテナの小型化に対応することができないという問題があった。

【0005】 さらに、誘電体アンテナを実装するための回路基板が高密度実装対応の方向にあることと、鉛フリー半田の使用が広がること等から、誘電体アンテナが晒されるリフロー回数は多く、リフロー温度も高くなる傾向にある。従って、高耐熱性の誘電体アンテナのニーズが強くなっている。

【0006】 そこで、本発明の目的は、高耐熱性で電気特性が良く、加工性および成形性に優れ、かつ、比重の小さい複合誘電体材料及びこの複合誘電体材料を使用した誘電体アンテナを提供することにある。

**【0007】**

【課題を解決するための手段及び作用】 前記目的を達成するため、本発明に係る複合誘電体材料は、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とを混合した母体樹脂、あるいは、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体と液晶ポリエステル樹脂とゴム状弾性体とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合したことを特徴とする。

【0008】 さらに、前記母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な前記無機充填剤を混

合すると共に、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶なセラミックスを混合したことを特徴とする。

【0009】また、母体樹脂は35～99体積%、無機充填剤は1～45体積%、セラミックスは0～35体積%、母体樹脂のスチレン系重合体とポリエステル樹脂との体積比は0.25～4.0、ゴム状弾性体は母体樹脂に対して0～30体積%である。

【0010】以上の構成により、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体は低 $\tan\delta$ でかつ比重が小さいため、複合誘電体材料は、セラミックス単体からなる誘電体材料より軽量になる。しかも、この複合誘電体材料は、セラミックス単体からなる誘電体材料より加工性及び成形性に優れている。液晶ポリエステル樹脂は比誘電率が大きく、耐熱性に優れ、酸又はアルカリに可溶な無機充填剤を併用することで高いめっき密着強度を発揮する。

【0011】さらに、ゴム状弾性体は、複合誘電体材料にゴム弾性を与えてめっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料に発生する内部応力を分散させる。そして、無機充填剤の材料として、酸又はアルカリに可溶のものを採用することにより、複合誘電体材料の成形体表面にめっき膜を形成する工程において、成形体表面の粗面化が促進され、めっき膜のアンカー効果が向上する。

【0012】一方、セラミックスは比誘電率が大きいいため、母体樹脂とセラミックス等からなる複合誘電体材料を用いた誘電体アンテナは、樹脂単体からなる誘電体材料を用いた誘電体アンテナより小型となる。また、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶のセラミックスを採用することにより、複合誘電体材料をフッ酸以外の他の酸及びアルカリに浸漬してもセラミックスが溶け出さないため、複合誘電体材料の物性が安定化する。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照して本発明に係る複合誘電体材料及びそれを使用した誘電体アンテナの実施の形態を説明する。

【0014】本発明に係る誘電体アンテナの一つの実施形態を図1に示す。該誘電体アンテナ1は、直方体形状のアンテナ基体2、入力電極4、放射電極5およびグラウンド電極6にて構成されている。

【0015】アンテナ基体2の材料としては、以下の4種類の複合誘電体材料が用いられる。第1の複合誘電体材料は、シンジオタクチック構造を有するスチレン系重合体（以下、SPSと記す）と液晶ポリエステル樹脂

（以下、LCPと記す）とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合してなる複合誘電体材料である。第2の複合誘電体材料は、SPSとLCPとゴム状弾性体とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤を混合してなる複合誘電体材料で

ある。第3の複合誘電体材料は、SPSとLCPとを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤と、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶なセラミックスとを混合してなる複合誘電体材料である。第4の複合誘電体材料は、SPSとLCPとゴム状弾性体とを混合した母体樹脂に、酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤と、フッ酸を残して他の酸及びアルカリに不溶なセラミックスとを混合してなる複合誘電体材料である。また、ここでいう「酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な」とは、30～40℃の酸またはアルカリに粒径0.1～50 $\mu\text{m}$ の粉末を10体積%加えて攪拌し、5分以内に目視で完全に溶解するものを指す。

【0016】ここで、「酸」や「アルカリ」とは、後述するように、アンテナ基体2の表面にめっき膜を形成する工程において、アンテナ基体2の表面を粗面化するための酸やアルカリである。SPSを使用するのは、汎用のアタクチックポリスチレン（汎用PS）が有する高周波で良好な誘電特性を維持しつつ、耐溶剤性及び耐熱性に優れているためである。低 $\tan\delta$ 及び耐熱性を有するものとしては、PTFE系樹脂、液晶ポリマー等もあるが、PTFE樹脂は成形性、コスト、めっき性の点でSPSに劣り、液晶ポリマーは成形性、コスト、誘電特性の点でSPSに劣る。LCPは、比誘電率が大きく、耐熱性に優れ、酸又はアルカリに可溶な無機充填剤を併用することで高いめっき密着強度を発揮する。

【0017】フッ酸以外の他の酸及びアルカリに不溶のセラミックスは、複合誘電体材料の比誘電率をアップさせるために添加される。不溶性セラミックスとしては、高周波で誘電正接（ $\tan\delta$ ）が小さいCaTiO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>等のペロブスカイト系酸化物常誘電体、BaTiO<sub>3</sub>等のペロブスカイト系酸化物強誘電体及びその混合物や、BaO-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub>等が使用される。なお、酸やアルカリに可溶のセラミックスは、複合誘電体材料を酸化剤に浸漬した際に溶け出して、複合誘電体材料の物性にばらつきが生じるため使用できない。

【0018】ゴム状弾性体は、複合誘電体材料にゴム弾性を与えてめっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料に発生する内部応力を分散させるために添加される。さらに、酸に可溶のゴム状弾性体を採用すれば、めっき膜のアンカー効果を促進させることができる。ゴム状弾性体としては、ゴム弾性の高い汎用のジェン系ゴムや、熱可塑性ゴム等が使用される。本実施形態では、架橋し粉碎する必要のない熱可塑性ゴム、特にスチレン系で耐熱性の高いスチレン-エチレン-ブチレン-スチレンのブロック共重合体（SEBS）を採用した。

【0019】酸及びアルカリの少なくともいずれか一つに可溶な無機充填剤は、めっき膜ピール強度を向上させると共に、複合誘電体材料のコストを低減させるために

添加される。酸やアルカリに可溶の無機充填剤を採用したのは、めっき膜のアンカー効果を促進させるためであり、酸やアルカリに不溶の無機充填剤と比較して、めっき密着性をより一層向上させることができる。可溶性無機充填剤としては、周期律表ⅠⅠaまたはⅠⅠb族元素の酸化物、炭酸塩、硫酸塩、磷酸塩および珪酸塩からなる群の中から選択することができる。これらのものは何れも酸に可溶であるため、めっき密着性を向上させる効果を有しているが、中でもめっき膜形成の前処理のし易さと製造コストの点から炭酸カルシウムが適している。

【0020】そして、複合誘電体材料は、母体樹脂が35～99体積%、無機充填剤が1～45体積%、セラミックスが0～35体積%、母体樹脂のSPSとLCPとの体積比が0.25～4.0、ゴム状弾性体が母体樹脂に対して0～30体積%の範囲内で設定される。

【0021】入力電極4は、アンテナ基体2の手前側端部に設けられている。放射電極5は、アンテナ基体2の上面中央部に設けられ、アンテナ基体2の長手方向に直線状に延在している。放射電極5の長さは $\lambda/4$  ( $\lambda$ : アンテナ基体2内での中心波長)である。放射電極5の一方の端部5aは、所定の間隔7において入力電極4に対向している。放射電極5の他方の端部5bは、アンテナ

基体2の奥側端面を廻り込んで、アンテナ基体2の略下面全面に設けられたグランド電極6に電氣的に接続している。

【0022】前記のようなストリップライン構成からなる誘電体アンテナ1は、SPSやLCPの比重が小さいため、アンテナ基体2の軽量化を図ることができる。また、LCPは耐熱性に優れているため、リフローの繰返しや、鉛フリー半田を用いた高温リフローにも耐えることができる。さらに、アンテナ基体2が低 $\tan\delta$ のSPSと比誘電率の大きいLCP等の複合誘電体材料からなるので、安定したアンテナ特性を有する誘電体アンテナ1を得ることができる。

【0023】次に、表1～表6に示すように、複合誘電体材料の組成比及び組成物を種々変更させて、誘電特性、めっきピール強度、撓み試験及び比重の変動を測定した。表1～表6に示す容量比で秤量したSPSとLCP等を粗混合した後、2軸押出し機を用いて複合材料ペレットを製作した。2軸押出し時のシリンダ温度は290℃であった。

【0024】

【表1】

	実施例1	比較例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
SPS(A) (体積%)	4.9	60	19.8	59.4	79.2	39
LCP(B) (体積%)	19.6	40	79.2	39.6	19.8	26
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	10.5	0	0	0	0	0
SPS/LCP (体積%)	0.25	1.5	0.25	1.5	4.0	1.5
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	30	0	0	0	0	0
A+B+C (体積%)	35	100	99	99	99	65
セラミックス (体積%)	35	0	0	0	0	17.5
無機充填材 (体積%)	30	0	1	1	1	17.5
$\epsilon_r$ (3GHz)	20.0	3.1	4.0	3.2	3.0	7.9
Q (3GHz)	208	7500	4800	7000	9800	950
ピール強度 (kg/cm)	0.52	0.10	0.80	1.45	1.38	0.78
リフロー 2回後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎	◎
リフロー 3回後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎	◎
高温 リフロー後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎	◎
比重	2.58	1.08	1.17	1.10	1.06	1.86

【0025】

【表2】

表2

	実施例6	比較例2	実施例7	実施例8	比較例3	実施例9
SPS(A) (体積%)	21	18	50.4	38.4	35.4	45
LCP(B) (体積%)	14	12	33.6	25.6	23.6	30
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	0	0	0	0	0	0
SPS/LCP (体積%)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	0	0	0	0	0	0
A+B+C (体積%)	35	30	84	64	59	75
セラミックス (体積%)	32.5	35	15	35	40	0
無機充填材 (体積%)	32.5	35	1	1	1	25
$\epsilon_r$ (3GHz)	17.5	20.5	5.8	13.1	16.6	4.3
Q (3GHz)	260	210	2500	210	195	2800
ピール強度 (kg/cm)	0.60	0.55	1.10	0.65	0.50	1.80
リフロー 2回後 撓み試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
リフロー 3回後 撓み試験	◎	◎	◎	◎	×	◎
高温 リフロー後 撓み試験	◎	×	◎	◎	×	◎
比重	2.52	2.63	1.52	2.08	2.23	1.49

【0026】

【表3】

表3

	実施例 10	比較例 4	比較例 5	実施例 11	実施例 12
SPS(A) (体積%)	33	30	0	13	39
LCP(B) (体積%)	22	20	65	52	26
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	0	0	0	0	0
SPS/LCP (体積%)	1.5	1.5	0	0.25	1.5
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	0	0	0	0	0
A+B+C (体積%)	55	50	65	65	65
セラミックス (体積%)	0	0	15	15	15
無機充填材 (体積%)	45	50	20	20	20
$\epsilon_r$ (3GHz)	5.5	5.9	9.4	8.6	7.4
Q (3GHz)	202	180	195	280	420
ピール強度 (kg/cm)	0.80	0.30	0.90	0.85	0.80
リフロー 2回後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎
リフロー 3回後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎
高温 リフロー後 撓み試験	◎	×	◎	◎	◎
比重	1.81	1.89	1.90	1.88	1.83

【0027】

【表4】

表4

	実施例 13	比較例 6	実施例 14	実施例 15	比較例 7
SPS(A) (体積%)	52	54.2	33.1	27.3	25.3
LCP(B) (体積%)	13	10.8	22.1	18.2	16.9
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	0	0	9.8	19.5	22.8
SPS/LCP (体積%)	4.0	5.0	1.5	1.5	1.5
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	0	0	15	30	35
A+B+C (体積%)	65	65	65	65	65
セラミックス (体積%)	15	15	15	15	15
無機充填材 (体積%)	20	20	20	20	20
$\epsilon_r$ (3GHz)	6.8	6.7	7.2	7.0	6.9
Q (3GHz)	1100	1500	390	320	280
ピール強度 (kg/cm)	0.65	0.52	0.90	0.95	0.96
リフロー 2回後 撓み試験	◎	◎	◎	◎	◎
リフロー 3回後 撓み試験	◎	◎	◎	◎	◎
高温 リフロー後 撓み試験	◎	×	◎	◎	×
比重	1.80	1.80	1.81	1.79	1.79

【0028】

【表5】

表 5

	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20
SPS(A) (体積%)	29.25	42.5	29.25	29.25	29.25
LCP(B) (体積%)	29.25	42.5	29.25	29.25	29.25
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	6.5	0	6.5	SBR 6.5	7/1/1融変性 SEBS 6.5
SPS/LCP (体積%)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	10	0	10	10	10
A+B+C (体積%)	65	85	65	65	65
セラミックス (体積%)	BaTiO <sub>3</sub> 15	BaTiO <sub>3</sub> 15	SrTiO <sub>3</sub> 15	15	15
無機充填材 (体積%)	20	0	20	20	20
$\epsilon_r$ (3GHz)	7.7	6.2	7.6	7.3	7.6
Q (3GHz)	1400	2400	1500	1550	1400
ピール強度 (kg/cm)	0.97	0.72	0.96	0.90	1.05
リフロー 2回後 挽み試験	◎	◎	◎	◎	◎
リフロー 3回後 挽み試験	◎	◎	◎	◎	◎
高温 リフロー後 挽み試験	◎	◎	◎	◎	◎
比重	2.17	1.89	1.96	1.88	1.87

【0029】

【表6】

表6

	実施例 21	実施例 22	実施例 23
SPS(A) (体積%)	29.25	29.25	4.9
LCP(B) (体積%)	29.25	29.25	19.6
ゴム状 弾性体(C) (体積%)	6.5	6.5	10.5
SPS/LCP (体積%)	1.0	1.0	0.25
$\frac{C \times 100}{A+B+C}$ (%)	10	10	30
A+B+C (体積%)	65	65	35
セラミックス (体積%)	15	16	0
無機充填材 (体積%)	ピロリン酸 Ca 20	硫酸 Ba 20	65
$\epsilon_r$ (3GHz)	7.5	7.4	5.0
Q (3GHz)	1600	1550	1200
ピール強度 (kg/cm)	0.99	0.90	0.88
リフロー 2回後 挽み試験	◎	◎	◎
リフロー 3回後 挽み試験	◎	◎	◎
高温 リフロー後 挽み試験	◎	◎	◎
比重	1.94	2.23	1.86

【0030】ここに、セラミックス粉末として、実施例1～15、19～22及び比較例1～7の場合には平均粒径1.2 $\mu$ mのCaTiO<sub>3</sub>を使用し、実施例18の場合には平均粒径1.3 $\mu$ mのSrTiO<sub>3</sub>を使用し、実施例16、17の場合には平均粒径2.0 $\mu$ mのBaTiO<sub>3</sub>を使用した。ゴム状弾性体として、実施例1～18、21～23及び比較例1～7の場合にはスチレン-エチレン-ブチレン-スチレンのブロック共重合体（シェルジャパン製クレイトンG1650）を使用し、実施例19の場合にはスチレン-ブタジエンゴム（日本ゼオン製2057S-スチレン含有量60%）を使用し、実施例20の場合にはマレイン酸変性SEBS（シェルジャパン製クレイトンFG1901X）を使用した。無機充填剤として、実施例1～20、23及び比較例1～7の場合には平均粒径2.6 $\mu$ mのCaCO<sub>3</sub>を使用し、実施例21の場合には平均粒径0.5 $\mu$ mのピロリン酸カルシウムを使用し、実施例22の場合には平均粒径1 $\mu$ mの硫酸バリウムを使用した。

【0031】製作した複合材料ペレットを使用して、射出成形法にて直径が50mm、板厚が1.3mmの円形の評価板を成形した。この射出成形法は、誘電体アンテナ等の複雑形状のものを容易にかつ短時間に成形するこ

とができる。そして、射出成形の際には、SPSやLCPを熔融させる程度の熱を加えるだけでよく、セラミック焼成のように1000℃以上の温度は不要である。成形された評価板の表面には、以下の工程によりめっき膜を形成した。

【0032】まず、評価板の表面をエッチングして粗面化した。複合誘電体材料の母体樹脂のSPSとLCPとの体積比（SPS/LCP）が1.0より小さく、かつ、無機充填剤が20体積%以上の場合には、アルカリエッチング法を採用した。それ以外の場合には、クロム酸エッチング法を採用した。

【0033】アルカリエッチング法は、評価板を界面活性剤水溶液に3分間浸漬して、評価板の表面を脱脂洗浄する。次に、評価板を、水酸化カリウムが40体積%の水溶液に5分間浸漬する。評価板の表面に露出したアルカリに可溶な無機充填剤が水酸化カリウムによってエッチングされ、評価板の表面の粗面化が促進されるため、評価板の表面に形成されるめっき膜のアンカー効果が大きくなる。次に、評価板を希塩酸液に5分間浸漬して中和させた後、充分水洗する。

【0034】一方、クロム酸エッチング法は、評価板を界面活性剤水溶液に3分間浸漬して、評価板の表面を脱脂洗浄する。次に、評価板を、クロム酸系の酸化剤である、無水クロム酸（400g/リットル水溶液）：硫酸（400g/リットル水溶液）＝1：1の混合液に10分間浸漬する。評価板の表面に露出した酸に可溶なゴム状弾性体や無機充填剤が酸化剤によってエッチングされ、評価板の表面の粗面化が促進されるため、評価板の表面に形成されるめっき膜のアンカー効果が大きくなる。この後、評価板を充分水洗する。

【0035】次に、表面が粗面化された評価板を、カチオン系界面活性剤液に5分間浸漬（コンディショニング工程）した後、塩化パラジウム/塩化錫の塩酸酸性水溶液に5分間浸漬して評価板の表面にパラジウムを付着させた（キャタリスト工程）。次に、評価板を、塩酸水溶液に5分間浸漬した（アクセラレータ工程）。この後、評価板を硫酸銅アルカリ水溶液に20分間浸漬して、評価板の表面に0.05～0.1 $\mu$ mの無電解銅めっき膜を形成した。さらに、無電解銅めっき膜の上に電解銅めっき膜を形成し、合計10～70 $\mu$ mの厚みを有するめっき膜を成膜した。

【0036】こうして得られた各サンプルについて、誘電特性及びめっき膜ピール強度の測定をした結果を表1～表6に示す。誘電特性の測定には、共振周波数と無負荷Qより比誘電率及び誘電正接を算出する摂動法を用いた。めっき膜ピール強度の測定は、めっき膜をエッチングして幅が10mmで長さが45mmの短冊状パターンを形成した後、この短冊状パターンを、短冊の長さ方向で、引き上げ方向が常に評価板と垂直になるような状態で評価板から引き剥がす際の荷重を測定した。垂直引き

剥がし速度は、 $0.9\text{ mm/s}$ である。

【0037】また、表1～表6に記載されている撓み試験及び比重は次の条件で製作した誘電体アンテナ1（図1参照）を用いて測定した。表1～表6に示す容量比で秤量したSPSとLCP等を粗混合した後、2軸押出し機を用いて複合材料ペレットを製作した。このペレットを、 $120^{\circ}\text{C}$ の温度で3時間予備乾燥した後、射出成形法にて直方体形状のアンテナ基体2を成形した。このとき、成形温度は $290^{\circ}\text{C}$ 、射出速度は $50\text{ mm/s}$ 、保圧は $500\text{ kg/cm}^2$ に設定した。

【0038】成形されたアンテナ基体2の表面には、前述のめっき膜形成工程と同様の工程でめっき膜が形成される。ただし、めっき膜は無電解銅めっきが厚さ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 、電解銅めっきが厚さ $3\sim 4\text{ }\mu\text{m}$ 、電解ニッケルめっきが厚さ $1\sim 2\text{ }\mu\text{m}$ 、電解金めっきが厚さ $0.1\text{ }\mu\text{m}$ の順で積層される。このとき、電解銅めっきを成膜した時点で、パターンニングされたメタルマスクを用いてレジストを電解銅めっき膜上に塗布し、塩化第2鉄でエッチングして入力電極4、放射電極5及びグランド電極6のパターンニングを行った。

【0039】撓み試験は、製作した誘電体アンテナ1を、厚み $1.6\text{ mm}$ の回路基板にリフロー半田により実装し、その回路基板の3点曲げ試験（はり $90\text{ mm}+$ 押し $1\text{ mm}$ ）を行う。その後、誘電体アンテナ1の外観を観察し、正常な場合は◎、めっき膜に亀裂や膨れが発生している場合には×、めっき膜に欠落が発生している場合には××と判定する。リフロー半田の温度条件は、ピーク温度が $235^{\circ}\text{C}$ で、 $200^{\circ}\text{C}$ 以上（60秒間）である。高温リフロー半田の温度条件は、ピーク温度が $275^{\circ}\text{C}$ で、 $240^{\circ}\text{C}$ 以上（60秒間）である。比重測定は、水中置換法で測定した。水温は $23^{\circ}\text{C}$ であった。

【0040】表1～表6から分かるように、実施例1～23の誘電体アンテナ1の場合、つまり、母体樹脂が35～99体積%、無機充填剤が1～45体積%、セラミックスが0～35体積%、母体樹脂のSPSとLCPとの体積比が $0.25\sim 4.0$ 、ゴム状弾性体が母体樹脂に対して0～30体積%の範囲の場合には、比誘電率 $\epsilon_r$ は $3\text{ GHz}$ で約 $3.0\sim 2.0$ の範囲にあり、無負荷Qは $3\text{ GHz}$ で200を越える値を有しており、めっき膜ピール強度は $0.5\text{ kg/cm}$ を越えており、撓み試験でも異常が認められず、比重は2.6よりも小さく、セラミックス単体の比重（約3.80）に比較して大幅に小さくなる。

【0041】一方、誘電体アンテナ等の高周波部品では、約 $3.0\sim 2.0$ の比誘電率 $\epsilon_r$ を有するとともに回路基板に表面実装される表面実装タイプのものが要求されている。SPSの含有量が高過ぎると、比誘電率 $\epsilon_r$ が3.0より小さくなり、誘電体アンテナを小型化することができない。また、SPSとLCPからなる母体樹脂が、表2の比較例2に示すように、35体積%より少

ない場合には、複合誘電体材料の機械的強度が低下するため、めっき密着強度が低下したり、成形性が悪くなる。

【0042】さらに、母体樹脂のSPSとLCPとの体積比が表4の比較例6に示すように、4.0より大きい場合には、複合誘電体材料が高温リフローに耐えられない等の不具合が生じる。逆に、母体樹脂のSPSとLCPとの体積比が表3の比較例5に示すように、0.25より小さい場合には、無負荷Qが低下する。

【0043】また、母体樹脂のSPSとLCPは、酸やアルカリでエッチングされないため、表1の比較例1に示すように、SPSとLCPのみで複合誘電体材料を製作した場合には、充分なピール強度を得ることができない。そこで、酸やアルカリでエッチング可能な無機充填剤を添加する必要がある。その無機充填剤も、表3の比較例4に示すように、45体積%を越えると、無機充填剤が酸やアルカリによってエッチングされ過ぎて、複合誘電体材料の表層部分に多数の微細孔が発生する。この結果、複合誘電体材料の機械的強度が低下し、めっき密着強度も低下する。

【0044】ゴム状弾性体はSPSとLCPの間の相溶化剤となり、ウミシマ構造を微細にし、めっき密着強度を向上させる。しかし、ゴム状弾性体が、表4の比較例7に示すように、母体樹脂に対して30体積%を越えると、複合誘電体材料の誘電特性及び耐熱性が低下する。つまり、ピール強度が高くても、リフロー後の撓み試験で不合格となる。また不溶性セラミックスが、表2の比較例3に示すように、35体積%を越えた場合には、混練工程においてセラミックスが樹脂に十分に塗れないため、複合誘電体材料が脆くなってめっき密着強度が低下する。

【0045】なお、本発明に係る複合誘電体材料およびそれを使用した誘電体アンテナは、前記実施形態に限定されるものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更することができる。

【0046】

【発明の効果】以上の説明からも明らかなように、本発明に係る複合誘電体材料は、成形に必要な温度はSPSやLCPを熱溶融させる程度の温度でよく、セラミックスの焼成のように高い温度が不要である。さらに、射出成形が可能であり、簡単かつ効率よく複雑な形状に成形することができ、めっき電極も容易に形成することができ、しかもその密着強度が高いことと相俟ってスルーホール等も容易に形成することができる。また、SPSが高周波特性に優れているので、ギガヘルツ帯においても高比誘電率及び低 $\tan\delta$ の優れた電気特性を有する高周波部品を得ることができる。従って、SPSとLCP等からなる複合誘電体材料は、同じ比誘電率の場合にはセラミックス単体からなる誘電体材料より軽量になる。

【0047】また、LCPが高耐熱性に優れているの

で、リフロー3回以上の繰り返し（通常は、回路基板の表裏面にチップ部品を実装することがあるのでリフローは2回までであるが、チップ部品の実装し直しや回路基板の複雑形状化によってリフロー回数は増加する傾向にある）や、鉛フリー半田を使用した高温リフローにも耐えることができる。さらに、ゴム状弾性体が添加されているので、内部応力が緩和され、リフロー半田時の変形不良が発生しにくい。

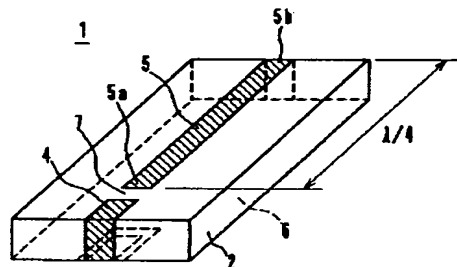
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る誘電体アンテナの一つの実施形態を示す斜視図。

【符号の説明】

- 1…誘電体アンテナ
- 2…アンテナ基体
- 4…入力電極
- 5…放射電極
- 6…グランド電極

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テ-マコード (参考)

H 0 1 B 3/44

H 0 1 B 3/44

K

H 0 1 Q 13/26

H 0 1 Q 13/26

(72)発明者 木村 幸司

京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

Fターム(参考) 4J002 BC02W BP013 CF16X CF18X  
DE067 DE187 DE236 DJ007  
DM007 FD016 FD017 GQ00  
5G303 AA10 AB05 AB20 BA12 CA01  
CA09 CB03 CB06 CB22 CB32  
CB35  
5G305 AA14 AA20 AB08 AB24 AB36  
BA15 BA22 BA24 CA02 CA11  
CA47 CC02 CD01 CD20  
5J045 AA05 AB01 AB06 AB08 DA10  
EA07 FA02 HA03 LA01 NA01